

(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(51) Int. Cl. ⁷ H01L 21/68	(45) 공고일자 (11) 등록번호 (24) 등록일자	2001년 03월 02일 10-0281935 2000년 11월 22일	
(21) 출원번호 (22) 출원일자	10-1994-0010382 1994년 05월 12일	(65) 공개번호 (43) 공개일자	특 1994-0027054 1994년 12월 10일
(30) 우선권주장	93-133856 1993년 05월 12일 일본(JP) 93-139153 1993년 05월 17일 일본(JP)		
(73) 특허권자	등경 엘렉트론주식회사 히가시 데쓰로 일본국 도쿄도 미나토구 아카사카 5초메 3반 6고 시에키히로아키		
(72) 발명자	일본국 아마나시켄 나카고마군 류오초 도미다케선덴 856 콘도마사키 일본국 아마나시켄 고후시 시모이이다 2-3-28 강동수, 강일우, 홍기현		
(74) 대리인			

심사부 : 조원동

(54) 자기 바이어스 측정방법 및 그 장치와 정전 함착장치

요약

본 발명은, 처리용기내에 얹어놓은 한쌍의 전극사이에서 플라즈마를 발생시켜서 한쌍의 전극의 한쪽의 전극 상에 정전함착을 전극을 가지는 정전함착수단을 통하여 얹어놓은 피처리체에 플라즈마 처리를 실시하는 때에 피처리체의 자기 바이어스 전압을 측정하는 방법으로서, 정전함착을 전극에 인가된 직류전압을 그의 크기를 변경하는 동안에, 피처리체와 정전함착을 전극사이의 누설전류를 검출하는 공정과, 검출된 누설전류에 기초하여 피처리체의 자기바이어스 전압을 산출하는 공정을 구비하는 자기 바이어스 측정방법 및 자기 바이어스를 측정하기 위한 장치, 및 자기 바이어스를 측정하는 것이 가능한 수단을 가지는 정전함착장치를 제공한다.

도면

도1

발명자

[발명의 명칭]

자기(自己) 바이어스 측정방법 및 그 장치와 정전(靜電)함착장치

[도면의 간단한 설명]

- 제1도는 본 발명의 제 1 실시예에 있어서의 플라즈마 예충장치의 전체 구성을 나타내는 단면도.
제2도는 제 1 실시예에 있어서의 자기 바이어스 측정방법의 작용을 설명하기 위한 전기회로도.
제3도는 제 1 실시예에 있어서의 자기 바이어스 측정방법에서 사용되는 가변직류전압과 누설전류와의 사이의 전압전류 특성을 나타내는 도면.
제4도는 실시예에서의 정전 함착장치에 사용되는 인가전압과 정전 함착력과 사이의 특성을 나타내는 도면.
제5도는 본 발명의 제 2 실시예에 있어서의 플라즈마 예충장치의 전체 구성을 나타내는 단면도.
제6도는 제 2 실시예에 있어서의 자기 바이어스 측정방법의 작용을 설명하기 위한 전기 회로도.
제7도는 제 2 실시예에 있어서의 자기 바이어스 측정방법에서 사용되는 가변 직류전압과 누설전류와의 사이의 전압전류 특성을 나타내는 도면.
제8도 및 제9도는 제 2 실시예에서의 정전 함착을 전극의 구성을 나타내는 평면도.
제10도는 본 발명의 제 3 실시예에서의 플라즈마 예충장치의 전체구성을 나타내는 단면도.
제11도는 제9도에 도시하는 피처리체를 정전적으로부터 이물질이 될 때의 작용을 나타내는 개략 단면도.
제12도는 제9도에 도시하는 피처리체 및 정전력에 잔류하는 잔류전하의 중화하는 작용을 나타내는 부분 단면도.

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 特 許 公 報 (B 2)

(11)特許番号

特許第3306677号
(P3306677)

(45)発行日 平成14年7月24日(2002.7.24)

(24)登録日 平成14年5月17日(2002.5.17)

(51)Int.Cl.⁷

識別記号

F I

H 0 1 L 21/3065

C 2 3 C 16/509

C 2 3 C 16/509

H 0 1 L 21/302

B

請求項の数5(全 11 頁)

(21)出願番号 特願平5-133856

(22)出願日 平成5年5月12日(1993.5.12)

(65)公開番号 特開平6-326176

(43)公開日 平成6年11月25日(1994.11.25)

審査請求日 平成10年2月3日(1998.2.3)

前置審査

(73)特許権者 000219967

東京エレクトロン株式会社

東京都港区赤坂5丁目3番6号

(72)発明者 佐伯 弘明

東京都新宿区西新宿2丁目3番1号 東

京エレクトロン株式会社内

(74)代理人 100086564

弁理士 佐々木 聖孝

審査官 今井 淳一

(56)参考文献 特開 平2-260530 (J P, A)

特開 平4-348543 (J P, A)

特開 平4-94565 (J P, A)

特開 平4-343447 (J P, A)

実開 平2-98639 (J P, U)

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 自己バイアス測定方法及び装置並びに静電吸着装置

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】 プラズマ処理装置の処理容器内で載置台上に静電吸着力で保持される被処理体の自己バイアス電圧を測定する自己バイアス測定方法において、前記載置台の静電加される前記直流電圧を可変制御し、極性が逆で絶対値の等しい前記直流漏れ電流の第1および第2の電流値がそれぞれ得られるときの前記自己バイアス電圧の測定値とすることを特徴とする自己バイアス測定方法。

【請求項2】 プラズマ処理装置の処理容器内で載置台上に静電吸着力で保持される被処理体の自己バイアス電圧を測定する自己バイアス測定装置において、

前記載置台の静電吸着用電極に可変の直流電圧を印加する可変直流電圧発生手段と、前記被処理体と前記静電吸着用電極流を検出する漏れ電流検出手段と、前記可変直流電圧発生手段よの等しい前記直流漏れ電流の第1および第2の電流値が前記漏れ電流検出手段よりそれぞれ得られるときの前記直流電圧の第1および第2の電圧値のほぼ中間値を前記自己バイアス電圧の測定値とする自己バイアス電圧検出手段とを具備することを特徴とする自己バイアス測定装置。

【請求項3】 プラズマ処理装置の処理容器内で載置台上に静電吸着力で保持される被処理体の自己バイアス電圧を測定する自己バイアス測定方法において、

前記被処理体に対してほぼ等しい静電吸着特性を有する第1および第2の静電吸着用電極を前記載置台上に設け、前記被処理体と前記第1の静電吸着用電極との間および前記被処理体と前記第2の静電吸着用電極との間で極性の異なる第1および第2の直流漏れ電流がそれぞれ流れるように第1および第2の静電吸着用電極にそれぞれ第1および第2の直流電圧を印加し、前記第1および第2の直流電圧の値を変えながら前記第1および第2の直流漏れ電流を検出し、前記第1および第2の直流漏れ電流のそれぞれの電流値の絶対値がほぼ等しくなるときの前記第1および第2の直流電圧のそれぞれの電圧値の中間値を前記自己バイアス電圧の測定値とすることを特徴とする自己バイアス測定方法。

【請求項4】 プラズマ処理装置の処理容器内で載置台上に静電吸着力で保持される被処理体の自己バイアス電圧を測定する自己バイアス測定装置において、前記載置台上に設けられ、前記被処理体に対してほぼ等しい静電吸着特性を有する第1および第2の静電吸着用電極と、前記第1の静電吸着用電極に可変の第1の直流電圧を印加する第1の可変直流電圧発生手段と、前記第2の静電吸着用電極に前記第1の直流電圧とは極性の異なる可変の第2の直流電圧を印加する第2の可変直流電圧発生手段と、前記被処理体と前記第1の静電吸着用電極との間の第1の直流漏れ電流を検出する第1の漏れ電流検出手段と、前記被処理体と前記第2の静電吸着用電極との間の第2の直流漏れ電流を検出する第2の漏れ電流検出手段と、前記第1および第2の静電吸着用電極にそれぞれ印加される前記第1および第2の直流電圧を可変制御し、前記第1および第2の漏れ電流検出手段より得られる前記第1および第2の直流漏れ電流のそれぞれの電流値の絶対値がほぼ等しくなるときの前記第1および第2の直流電圧のそれぞれの電圧値の中間値を前記自己バイアス電圧の測定値とする自己バイアス電圧検出手段とを具備することを特徴とする自己バイアス測定装置。

【請求項5】 プラズマ処理装置の処理容器内で被処理体を静電吸着力で載置台上に保持するための静電吸着装置において、前記載置台上に設けられ、前記被処理体に対してほぼ等しい静電吸引特性を有する第1および第2の静電吸着用電極と、前記第1の静電吸着用電極に可変の第1の直流電圧を印加する第1の可変直流電圧発生手段と、前記第2の静電吸着用電極に前記第1の直流電圧とは極性の異なる可変の第2の直流電圧を印加する第2の可変直流電圧発生手段と、前記被処理体と前記第1の静電吸着用電極との間の第1の直流漏れ電流を検出する第1の漏れ電流検出手段と、

前記被処理体と前記第2の静電吸着用電極との間の第2の直流漏れ電流を検出する第2の漏れ電流検出手段と、前記第1および第2の静電吸着用電極にそれぞれ印加される前記第1および第2の直流電圧を可変制御し、前記第1の直流電圧の電圧値と前記第1の漏れ電流検出手段より得られる前記第1の直流漏れ電流の電流値との間の第1の電圧電流特性と前記第2の直流電圧の電圧値と前記第2の漏れ電流検出手段より得られる前記第2の直流漏れ電流の電流値との間の第2の電圧電流特性とに基づいて前記自己バイアス電圧の測定値を求める自己バイアス電圧検出手段と、前記第1の直流電圧と前記自己バイアス電圧測定値電圧差および前記第2の直流電圧と前記自己バイアス電圧測定値との電圧差がそれぞれ所望の静電吸着力を得るための前記被処理体と前記第1または第2の静電吸着用電極との間の電圧差に等しくなるように前記第1および第2の可変直流電圧発生手段の出力電圧を制御する電圧制御手段とを具備することを特徴とする静電吸着装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、プラズマ処理装置において被処理体の自己バイアス電圧を測定する自己バイアス測定方法および装置ならびに被処理体を載置台上に静電吸着力で保持する静電吸着装置に関する。

【0002】

【従来の技術】たとえば、半導体集積回路の製造においては、アッシング、エッチング、CVD、スパッタリング等の諸工程で、処理ガスのイオン化や化学反応等を促進するために、プラズマが利用されている。一般のプラズマ処理装置は、真空の処理容器内に一対の電極を上下に対向配置して、上部電極をアース電位に接続し、下部電極（載置台）に高周波電圧を印加することで、両電極間に放電によるプラズマを発生させ、このプラズマ中の電子、イオン等を載置台上の被処理体たとえば半導体ウエハに電界の力で引っ張り込んで、半導体ウエハの表面に所定のプラズマ処理を施すようにしている。

【0003】このようなプラズマ処理装置では、高周波電圧がコンデンサを介して下部電極（載置台）に印加されることから、載置台上の被処理体は直流的に負の電位（負の自己バイアス電圧）にクランプされる。つまり、高周波電圧が正電圧となる半周期ではプラズマ中の電子（負の電荷）が被処理体側に引き寄せられ、高周波電圧が負電圧となる半周期ではプラズマ中のイオン（正の電荷）が被処理体側に引き寄せられるが、電子のほうがイオンよりも質量が小さくて移動しやすいため、より多く引き寄せられ、その結果、定常的にコンデンサが充電され、被処理体は直流的にほぼ一定の負電位（自己バイアス電圧）にクランプされる。

【0004】自己バイアス電圧によって被処理体に入射

するイオンのエネルギーが左右され、これが大きすぎると被処理体表面の酸化膜が損傷する等の不具合が生じる。このことから、プラズマ処理装置においては、自己バイアス電圧を測定して所望の値に調整する必要がある。しかし、処理容器内の被処理体にプローブ等を当てて直接自己バイアス電圧を測定することは事実上不可能である。そこで、従来は、下部電極（載置台）の電位を電圧センス線等を介して測定し、その測定値から自己バイアス電圧を推定していた。

【０００５】ところで、最近のプラズマ処理装置は、クランプ等の機械的な保持手段を使わずに静電気の吸着力で被処理体を載置台上に保持するようにした静電チャックを設けている。この種の静電チャックの初期のものは、たとえばアルミニウムからなる載置台の表面を酸化して絶縁被膜を形成してなり、載置台に高圧の直流電圧を印加して載置台表面の絶縁被膜を分極させることにより、被処理体との境面に静電気を発生させ、その静電吸着力（クーロン力）によって被処理体を載置台上に保持する機構であった。しかし、このような静電チャック機構は、載置台表面の絶縁被膜に十分な分極が得られず、静電吸着力が物足りなかった。今日では、絶縁フィルムの中に導電膜（静電吸着用電極）を封入してなる静電チャックシートを載置台の上面に被せる構造の静電チャックが主流となっている。

【０００６】

【発明が解決しようとする課題】上記したように、従来の自己バイアス測定法は、下部電極（載置台）の電位を測定し、その測定値から自己バイアス電圧を推定する方法であった。しかし、下部電極と被処理体との間には静電チャックシートまたは絶縁被膜が介在し、その分の抵抗ないしキャパシタが作用するため、下部電極の電位と被処理体の電位（自己バイアス電圧）との近似性はよくない。このために、従来の方法は、測定誤差が多く、精度の高い自己バイアス電圧測定値が得られなかった。

【０００７】また、従来は、静電吸着用電極に印加する直流電圧の値を自己バイアス電圧とは無関係に決めていた。このため、所要の静電吸着力を得るための直流印加電圧の設定または調整に手間がかかるだけでなく、いったん調整した後も処理条件の変化（たとえばプラズマ生成用の高周波電力の変化）によって自己バイアス電圧が変わると静電吸着力も変わってしまい、具合が悪かった。

【０００８】本発明は、かかる問題点に鑑みてなされたもので、プラズマ処理装置において被処理体の自己バイアス電圧を短時間で正確に測定することができる自己バイアス測定方法および装置を提供することを目的とする。

【０００９】また、本発明は、プラズマ処理装置において被処理体を所望の静電吸着力で保持することができるとともに自己バイアス電圧の変動に対して静電吸着力を

設定値に安定に維持することができる静電吸着装置を提供することを目的とする。

【００１０】

【発明が解決しようとする課題】上記の目的を達成するために、本発明の第１の自己バイアス測定方法は、プラズマ処理装置の処理容器内で載置台上に静電吸着力で保持される被処理体の自己バイアス電圧を測定する自己バイアス測定方法において、前記載置台の静電吸着用電極に可変の直流電圧を印加し、前記直流電圧の値を変えながら前記被処理体と前記静電吸着用電極との間の直流漏れ電流を検出し、極性が逆で絶対値の等しい前記直流漏れ電流の第１および第２の電流値がそれぞれ得られるときの前記直流電圧の第１および第２の電圧値のほぼ中間値を前記自己バイアス電圧の測定値とする方法とした。

【００１１】また、本発明の第１の自己バイアス測定装置は、プラズマ処理装置の処理容器内で載置台上に静電吸着力で保持される被処理体の自己バイアス電圧を測定する自己バイアス測定装置において、前記載置台の静電吸着用電極に可変の直流電圧を印加する可変直流電圧発生手段と、前記被処理体と前記静電吸着用電極との間の直流漏れ電流を検出する漏れ電流検出手段と、前記可変直流電圧発生手段より前記静電吸着用電極に印加される前記直流電圧を可変制御し、極性が逆で絶対値の等しい前記直流漏れ電流の第１および第２の電流値が前記漏れ電流検出手段よりそれぞれ得られるときの前記直流電圧の第１および第２の電圧値のほぼ中間値を前記自己バイアス電圧の測定値とする自己バイアス電圧検出手段とを具備する構成とした。

【００１２】本発明の第２の自己バイアス測定方法は、プラズマ処理装置の処理容器内で載置台上に静電吸着力で保持される被処理体の自己バイアス電圧を測定する自己バイアス測定方法において、前記被処理体に対してほぼ等しい静電吸着特性を有する第１および第２の静電吸着用電極を前記載置台上に設け、前記被処理体と前記第１の静電吸着用電極との間および前記被処理体と前記第２の静電吸着用電極との間で極性の異なる第１および第２の直流漏れ電流がそれぞれ流れるように第１および第２の静電吸着用電極にそれぞれ第１および第２の直流電圧を印加し、前記第１および第２の直流電圧の値を変えながら前記第１および第２の直流漏れ電流を検出し、前記第１および第２の直流漏れ電流のそれぞれの電流値の絶対値がほぼ等しくなるときの前記第１および第２の直流電圧のそれぞれの電圧値の中間値を前記自己バイアス電圧の測定値とする方法とした。

【００１３】また、本発明の第２の自己バイアス測定装置は、プラズマ処理装置の処理容器内で載置台上に静電吸着力で保持される被処理体の自己バイアス電圧を測定する自己バイアス測定装置において、前記載置台上に設けられ、前記被処理体に対してほぼ等しい静電吸着特性を有する第１および第２の静電吸着用電極と、前記第１

の静電吸着用電極に可変の第１の直流電圧を印加する第１の可変直流電圧発生手段と、前記第２の静電吸着用電極に前記第１の直流電圧とは極性の異なる可変の第２の直流電圧を印加する第２の可変直流電圧発生手段と、前記被処理体と前記第１の静電吸着用電極との間の第１の直流漏れ電流を検出する第１の漏れ電流検出手段と、前記被処理体と前記第２の静電吸着用電極との間の第２の直流漏れ電流を検出する第２の漏れ電流検出手段と、前記第１および第２の可変直流電圧発生手段より前記第１および第２の静電吸着用電極にそれぞれ印加される前記第１および第２の直流電圧を可変制御し、前記第１および第２の漏れ電流検出手段より得られる前記第１および第２の直流漏れ電流のそれぞれの電流値の絶対値がほぼ等しくなる時の前記第１および第２の直流電圧のそれぞれの電圧値の中間値を前記自己バイアス電圧の測定値とする自己バイアス電圧検出手段とを具備する構成とした。

【００１４】

【００１５】本発明の静電吸着装置は、プラズマ処理装置の処理容器内で被処理体を静電吸着力で載置台上に保持するための静電吸着装置において、前記載置台上に設けられ、前記被処理体に対してほぼ等しい静電吸引特性を有する第１および第２の静電吸着用電極と、前記第１の静電吸着用電極に可変の第１の直流電圧を印加する第１の可変直流電圧発生手段と、前記第２の静電吸着用電極に前記第１の直流電圧とは極性の異なる可変の第２の直流電圧を印加する第２の可変直流電圧発生手段と、前記被処理体と前記第１の静電吸着用電極との間の第１の直流漏れ電流を検出する第１の漏れ電流検出手段と、前記被処理体と前記第２の静電吸着用電極との間の第２の直流漏れ電流を検出する第２の漏れ電流検出手段と、前記第１および第２の可変直流電圧発生手段より前記第１および第２の静電吸着用電極にそれぞれ印加される前記第１および第２の直流電圧を可変制御し、前記第１の直流電圧の電圧値と前記第１の漏れ電流検出手段より得られる前記第１の直流漏れ電流の電流値との間の第１の電圧電流特性と前記第２の直流電圧の電圧値と前記第２の漏れ電流検出手段より得られる前記第２の直流漏れ電流の電流値との間の第２の電圧電流特性とに基づいて前記自己バイアス電圧の測定値を求める自己バイアス電圧検出手段と、前記第１の直流電圧と前記自己バイアス電圧測定値との電圧差および前記第２の直流電圧と前記自己バイアス電圧測定値との電圧差がそれぞれ所望の静電吸着力を得るための前記被処理体と前記第１または第２の静電吸着用電極との間の電圧差に等しくなるように前記第１および第２の可変直流電圧発生手段の出力電圧を制御する電圧制御手段とを具備する構成とした。

【００１６】

【作用】本発明の自己バイアス測定方法または自己バイアス測定装置では、載置台の静電吸着用電極に可変の直

流電圧を印加し、その可変直流電圧の値を変えながら被処理体と静電吸着用電極との間に流れる直流の漏れ電流を検出し、可変直流電圧と直流漏れ電流の電圧電流特性に基づいて自己バイアス電圧の測定値を求める。一般に、この電圧電流特性は自己バイアス電圧の値を中心とする対称な曲線として表される。このことから、上記第１の自己バイアス測定方法または上記第１の自己バイアス測定装置では、極性が逆で絶対値の等しい直流漏れ電流の第１および第２の電流値がそれぞれ得られるときの可変直流電圧の第１および第２の電圧値の中間値を自己バイアス電圧の測定値とする。また、上記第２の自己バイアス測定方法または上記第２の自己バイアス測定装置では、被処理体に対してほぼ等しい静電吸引特性を有する第１および第２の静電吸着用電極を載置台上に設け、極性の異なる直流漏れ電流（第１および第２の直流漏れ電流）の絶対値がほぼ等しくなる時の第１および第２の直流電圧のそれぞれの電圧値の中間値を自己バイアス電圧の測定値とする。

【００１７】本発明の静電吸着装置では、本発明による自己バイアス測定方法で得られた自己バイアス電圧の測定値に基づいて、被処理体と静電吸着用電極との間の電圧差が所望の静電吸着力を得るための電圧差となるように、静電吸着用電極に所定の可変直流電圧を印加する。電圧制御手段によって静電吸着力の制御・調整を行うので、自己バイアス電圧が変わっても自動的に可変直流電圧を調整して静電吸着力を設定値に安定に維持することができる。

【００１８】

【実施例】以下、添付図を参照して本発明の実施例を説明する。

【００１９】図１～図４につき本発明の第１の実施例を説明する。図１は、第１の実施例におけるプラズマエッチング装置の構成を示す断面図である。

【００２０】このプラズマエッチング装置の処理容器１０は、たとえばアルミニウムからなる両端の閉塞した円筒状のチャンバとして構成されている。処理容器１０の側壁には、被処理体たとえば半導体ウエハＷを容器１０内に搬入・搬出するためのゲートバルブ１１が設けられている。

【００２１】処理容器１０の底面には円筒状でかつ導電性の外支持枠１２が立設され、この外支持枠１２の内側に有底円筒状でかつ絶縁性の内支持枠１４が嵌め込まれている。内支持枠１４の内側底部には円柱形の支持台１６が配設され、この支持台１６の上に円盤状の載置台１８がボルト（図示せず）によって固定されている。支持台１６および載置台１８のいずれもアルミニウム等の導電性金属からなる。支持台１６の内部には冷却ジャケット２０が設けられており、導入管２２を通して冷却ジャケット２０に供給された冷却液は排出管２４を通して装置外部へ排出されるようになっている。支持台１６およ

び載置台 18 には、熱交換用のガスたとえばヘリウムガスを載置台 18 上の半導体ウエハ W の裏面に供給するための貫通孔 16 a、18 a が形成されている。下部電極として機能する載置台 18 には、コンデンサ 26 を介して高周波電源 28 が接続されている。

【0022】載置台 18 の上面には円形の静電チャックシート 30 が冠着され、この静電チャックシート 30 の上に半導体ウエハ W が載置される。静電チャックシート 30 は、抵抗体としての機能をも併せ持つ誘電体たとえば SiC からなる薄膜 32 を上に、たとえばポリイミドからなる絶縁膜 34 を下にして両者を重ね合わせ、その中に静電吸着用電極としてたとえば銅箔からなる薄い導電膜 36 を封入してなるものである。この静電チャックシート 30 においても、熱交換用のヘリウムガスを載置台 18 上の半導体ウエハ W の裏面に供給するための通気孔 30 a が形成されている。

【0023】静電チャックシート 30 の導電膜 36 は、載置台 18 を貫通する絶縁被覆導電線 38、支持台 16、内支持枠 14 および外支持枠 12 を貫通する給電棒 40、処理容器 10 の外に設けられたコイル 42 ならびに電流計 44 を介して可変直流電源 46 の出力端子に接続されている。

【0024】コイル 42 は、コンデンサ 48 と協働して、この直流回路に誘導または混入した高周波ノイズを除去するためのローパスフィルタを構成する。電流計 44 は、この直流回路を流れる電流、つまり半導体ウエハ W (被処理体) と静電チャックシート 30 の導電膜 36 (静電吸着用電極) との間の漏れ電流を検出し、その電流検出値を表す漏れ電流検出信号 ML を制御部 50 に出力する。可変直流電源 46 は、制御部 50 からの電圧制御信号 ES で指定された任意の直流電圧 V0 を出力できるように構成されている。制御部 50 は、たとえばマイクロコンピュータからなり、後述するように本実施例における自己バイアス電圧測定の制御および静電吸着力の制御・調整を行う。

【0025】載置台 18 の上方には、ガス導入室 52 が配設されている。ガス供給管 54 を介してこのガス導入室 52 に導入されたエッチングガスは、載置台 18 と対向する多孔板 52 a の多数の通気孔 52 b より均一な圧力・流量で半導体ウエハ W に向けて吐出または噴射される。ガス導入室 52 は、上部電極を兼ねており、接地されている。処理容器 10 の底付近の側壁には排気口 56 が設けられており、この排気口 56 に排気管 58 を介して真空ポンプ (図示せず) が接続されている。

【0026】かかる構成のプラズマエッチング装置においては、次のようにしてプラズマエッチング加工が行われる。下部電極 (載置台) 18 に高周波電源 28 よりコンデンサ 26 を介してたとえば 380 KHz、15 KW の高周波電圧が印加され、かつ処理容器 10 内が排気口 56 および排気管 58 を介して真空ポンプにより所定の

真空度まで排気された状態の下で、ガス供給管 54 およびガス導入室 52 を通ってエッチングガスが処理容器 10 内に供給される。そうすると、ガス導入室 52 の直下で、エッチングガスのガス分子が高周波電力のエネルギーにより電離し、プラズマが発生する。このプラズマ中の電子、イオン、活性種等が載置台 18 上の半導体ウエハ W の表面 (被処理面) にほぼ垂直に入射してウエハ表面の被加工物と化学反応を起こすことによって、エッチングが行われる。エッチングによって気化した反応生成物は排気口 56 より排気される。

【0027】このようなエッチングが行われる間、静電チャックシート 30 の導電膜 36 には可変直流電源 46 より一定の直流電圧が印加され、その直流電圧によって誘電体膜 32 が分極して、導電膜 36 の上面に正電荷、半導体ウエハ W の裏面に負電荷がそれぞれ誘導され、それら正電荷および負電荷間のクーロン力により半導体ウエハ W が載置台 18 上に吸着保持される。

【0028】また、下部電極としての載置台 18 にはコンデンサ 26 を介して高周波電源 28 より高周波電圧が印加され、かつ半導体ウエハ W の直上にはプラズマが立ち籠もっているため、半導体ウエハ W には自己バイアス電圧が誘起される。本実施例によれば、以下に説明するように、この自己バイアス電圧が正確に測定され、その自己バイアス電圧測定値に基づいてプラズマエッチング中に半導体ウエハ W を載置台 18 上に所望の静電吸着力で保持するための直流電圧が可変直流電源 46 より静電チャックシート 30 の導電膜 36 に印加されるようになっている。

【0029】図 2 および図 4 につき本実施例における自己バイアス測定方法について説明する。図 2 は、本実施例における自己バイアスの測定に関係する部分の回路図である。静電チャックシート 30 の誘電体膜 32 は、導電体と絶縁体の中間の抵抗率 ($1 \times 10^8 \sim 1 \times 10^{12} \Omega \cdot \text{cm}$) を有する SiC からなるので、これを抵抗体とみることができる。この抵抗体 32 の抵抗値は相当大きいので、可変直流電源 46 から導電膜 36 までの導体 (42、40、38 等) の抵抗値は無視することができる。また、上部電極 52 と半導体ウエハ W との間は、プラズマ PR 中のイオン、電子が移動するので、導電性の空間である。

【0030】したがって、図 2 に示すように、可変直流電源 46 の出力端子とアースとの間に、電流計 44、抵抗体 (誘電体膜) 32、半導体ウエハ W、プラズマ PR および上部電極 52 が直列接続された電気回路が形成される。定常状態でプラズマ PR 内の電圧分布 (電位) は一定で安定しており、半導体ウエハ W の電位は上部電極 52 (アース電位) に対して自己バイアス電圧 VSB にクランプされる。したがって、可変直流電源 46 の出力電圧を V0、抵抗体 32 の抵抗値を R とし、電流計 44 における電圧降下を無視できるものとする、この電気回

路に流れる直流電流、つまり半導体ウエハWと導電膜（静電吸着用電極）36間の漏れ電流*i*Lは次式で表される。

$$iL = (V0 - VSB) / R \quad \dots\dots (1)$$

【0031】上式（1）において、自己バイアス電圧VSBは一定であるが、抵抗値Rは電圧V0、温度、半導体ウエハWの裏面の状態たとえば酸化状態等によって変わる値である。

【0032】本実施例では、制御部50の制御の下で可変直流電源46の出力電圧V0の値を変えながら電流計44で漏れ電流*i*Lを検出する。そうすると、V0と*i*Lの絶対値|iL|との間には、図3に示すような電圧電流特性が得られる。この電圧電流特性においては、V0がVSB（自己バイアス電圧）にほぼ等しいときに|iL|はほぼ零になり、V0とVSBの差（絶対値）が大きくなるにしたがって|iL|は放物線状に増大する。V0がVSBよりも大きいとき*i*Lは導電膜（静電吸着用電極）36側から半導体ウエハW側流れ、V0がVSBよりも小さいとき*i*Lは反対に半導体ウエハW側から導電膜36側に流れる。

【0033】

【0034】本実施例における自己バイアス測定法によれば、自己バイアス電圧VSBの値を中心点としてV0とVSBの差が大きくなるにしたがって|iL|は放物線状に増大するという上記電圧電流特性に基づいて、極性が逆で絶対値の等しい漏れ電流*i*Lの電流値*i*La、*i*Lbが得られるときのV0の値V0a、V0bの中間値（V0a+V0b）/2が自己バイアス電圧VSBの測定値とされる。この場合、制御部20は、V0の各値に対する*i*Lの測定値を記憶部（図示せず）に取り込み、比較演算により極性が逆で絶対値の等しい測定値*i*La、*i*Lbを割り出し、ひいてはそれらの測定値にそれぞれ対応するV0の値V0a、V0bを割り出し、それらの電圧値V0a、V0bから自己バイアス電圧VSBの測定値を演算で求める。

【0035】本実施例において、制御部50は開ループで可変直流電源46の出力電圧V0を制御するが、必要に応じてV0を検出する電圧検出手段を設けてもよく、その場合はより高い精度でV0の値を監視ないし制御することができ、ひいてはより高い精度で自己バイアス電圧VSBの測定値を得ることができる。

【0036】図1のプラズマエッチング装置においてこの自己バイアス測定法を実施するときは、V0をVSBに近づけずに極性が逆で絶対値の等しい測定値*i*La、*i*Lbを割り出すことが可能であるから、実際にエッチング加工を受ける半導体ウエハWに対して自己バイアス電圧VSBを測定することができる。

【0037】図1のプラズマエッチング装置における静電吸着装置は、静電チャックシート30、可変直流電源46、電流計44、制御部50から構成される。制御部50は、上記したような可変直流電源46の出力電圧V

0と電流計44によって検出される漏れ電流*i*Lとの間の電圧電流特性に基づいて半導体ウエハWの自己バイアス電圧VSBの測定値を求める自己バイアス電圧検出手段として機能するだけでなく、次のようにエッチング加工時に半導体ウエハWを載置台18上に所望の静電吸着力で保持するための直流電圧を導電膜（静電吸着用電極）36に与えるように可変直流電源46を制御する電圧制御手段としても機能する。

【0038】すなわち、半導体ウエハWと導電膜（静電吸着用電極）36間の印加電圧VFと静電吸着力Fとの間には図4に示すような比例関係があり、この関係（特性）は理論値または実験値として得られる。制御部50は、所要の静電吸着力Fsが設定されたならば、このFsに対応した印加電圧VFの値VFSに上記自己バイアス電圧VSBの測定値を加え、その加算値（VFS+VSB）に等しい出力電圧V0を可変直流電源46に出力させる。

【0039】図1のプラズマエッチング装置では、たとえば高周波電源28の出力が変わって自己バイアス電圧VSBが変化した場合、制御部50は、上記のようにしてその新たな自己バイアス電圧VSBの値を測定することができるから、その新たな測定値に基づいて可変直流電源46の出力電圧V0を調整することで、静電吸着力Fを設定値Fsに安定に維持することができる。

【0040】次に、図5～図8につき本発明の第2の実施例を説明する。図5は、第2の実施例におけるプラズマエッチング装置の構成を示す断面図である。図中、上記第1の実施例のもの（図1）と共通する部分には同一の符号を付してある。上記第1の実施例における静電吸着用電極は静電チャックシート30内の1枚の導電膜36として構成されていたが、この第2の実施例における静電吸着用電極は静電チャックシート30に封入された面積の等しい2枚の導電膜36A、36Bとして構成されている。これら2枚の導電膜36A、36Bの形状は、たとえば図8の（A）に示すような半月形、図8の（B）に示すような歯齒形、あるいはリング形（図示せず）等が可能である。

【0041】本実施例では、このような2枚の導電膜36A、36Bに静電吸着用の直流電圧を給電するために2つ可変直流電源46A、46Bが設けられている。これらの可変直流電源46の出力電圧VA0、VB0は、電流計44A、44B、ローパスフィルタ（42A、48A）、（42B、48B）、給電棒40A、40B、絶縁被覆線38A、38Bを介して導電膜36A、36Bに供給される。両電流計44A、44Bは、半導体ウエハWと導電膜36A、36B間の漏れ電流をそれぞれ検出し、それらの電流検出値を表す電流検出信号MLA、MLBを制御部50に出力する。両可変直流電源46A、46Bは、制御部50からの電圧制御信号ESA、ESBで指定された任意の直流電圧を出力できるように構成されている。制御部50は、上記第1実施例と同様

に、たとえばマイクロコンピュータからなり、次に述べるようにこの第2の実施例における自己バイアス電圧測定の制御および静電吸着の制御を行う。

【0042】以下、図6および図7につき第2の実施例における自己バイアス測定方法について説明する。

【0043】図6は、本実施例における自己バイアスの測定に関係する部分の回路図である。図6に示すように、第1の変換直流電源46Aの出力端子とアースとの間に第1の電流計44A、抵抗体32、半導体ウエハW、プラズマPRおよび上部電極52が直列接続された第1の電気回路が形成されるとともに、第2の変換直流電源46Bの出力端子とアースとの間に第2の電流計44B、抵抗体32、半導体ウエハW、プラズマPRおよび上部電極52が直列接続された第2の電気回路が形成される。図2の電気回路と同様に、これら第1および第2の電気回路における漏れ電流*i*AL、*i*BLは次式で表される。

$$iAL = (VA0 - VSB) / R \quad \dots\dots (2)$$

$$iBL = (VB0 - VSB) / R \quad \dots\dots (3)$$

【0044】上記第1の実施例における式(1)の場合と同様の原理で、上式(2)におけるVA0と*i*ALの絶対値|iAL|との間、および上式(3)におけるVB0と*i*BLの絶対値|iBL|との間には、図7に示すような電圧電流特性が得られる。この電圧電流特性においては、VA0、VB0がVSB(自己バイアス電圧)にほぼ等しいときに|iL|はほぼ零になり、VA0、VB0とVSBとの差が大きくなるにしたがって|iL|は指数関数的に増大する。

【0045】本実施例では、VA0、VB0の一方(たとえばVA0)を正の電圧、他方(たとえばVB0)を負の電圧とし、両電圧の差(VA0-VB0)を半導体ウエハWと導電膜(静電吸着用電極)36A、36B間の所要の印加電圧VFSの2倍の値2VFSに保ったまま、VA0、VB0の値を変えながら漏れ電流*i*AL、*i*BLを検出する。この場合、第1の漏れ電流*i*ALは第1の導電膜(静電吸着用電極)36A側から半導体ウエハW側へ流れ、第2の漏れ電流*i*BLは半導体ウエハW側から第2の導電膜(静電吸着用電極)36B側へ流れる。このように互いに反対方向に流れる第1および第2の漏れ電流*i*AL、*i*BLの絶対値|iAL|、|iBL|が等しくなるように、VA0、VB0の値を調整する。

【0046】|iAL|、|iBL|が等しくなるときのVA0、VB0の値をそれぞれVAOP、VBOPとすると、図7の電圧電流特性においてVSBはVAOPとVBOP間の中点に位置するので、VAOP、VBOPの中間値(VAOP-VBOP)/2を自己バイアス電圧VSBの測定値とすることができる。このように、本実施例では、制御部50の制御の下で第1および第2の変換直流電源46A、46Bより第1および第2の導電膜(静電吸着用電極)36A、36Bに印加される可変直流電圧VA0、VB0の電圧

値と電流計44A、44Bによって検出される第1および第2の漏れ電流*i*AL、*i*BLの電流値(絶対値)|iAL|、|iBL|との間の電圧電流特性に基づいて自己バイアス電圧VSBの測定値が求められる。

【0047】本実施例によれば、可変直流電源46A、46Bの出力電圧を自己バイアス電圧VSBに近づけることなく、自己バイアス電圧VSBの測定値を得ることができるので、実際にエッチング加工を受ける半導体ウエハWに対して自己バイアス電圧測定を行うことができる。

【0048】また、本実施例においては、上記のように(VAOP-VBOP)=2VFSの条件の下で|iAL|、|iBL|が等しくなるときのVA0、VB0の値VAOP、VBOPを割り出すので、(VAOP-VSB)=VFS、(VSB-VBOP)=VFSが成立する。このことは、自己バイアス電圧VSBの測定値を求めるための可変直流電圧VA0、VB0の可変調整が完了した時点で、半導体ウエハWと第1の導電膜(静電吸着用電極)36Aとの間、および半導体ウエハWと第2の導電膜(静電吸着用電極)36Bとの間の双方に所要の静電吸着力FSを得るための所要の電圧差VFSが与えられることを意味する。この場合、半導体ウエハWと第1の導電膜(静電吸着用電極)36Aの間では、半導体ウエハW側に負電荷が誘導され、第1の導電膜36A側に正の電荷が誘導される。また、半導体ウエハWと第2の導電膜(静電吸着用電極)36Bの間では、半導体ウエハW側に正電荷が誘導され、第2の導電膜36A側に負の電荷が誘導される。

【0049】このように、本実施例では、自己バイアス電圧測定の調整と静電吸着力の調整とを同時に行うことができる。したがって、たとえば高周波電源28の出力が変わって自己バイアス電圧VSBが変化した場合でも、その新たな自己バイアス電圧VSBの値を測定すると同時に可変直流電源46A、46Bの出力電圧VA0、VB0を調整して静電吸着力Fを設定値FSに安定に維持することができる。なお、本実施例における自己バイアス電圧測定および静電吸着力の制御・調整および演算は制御部50によって行われる。

【0050】以上、好適な実施例について説明したが、本発明は上記した実施例に限定されるわけではなく、その技術的思想の範囲内で種々の変形・変更が可能である。

【0051】たとえば、静電吸着用電極は誘電性と漏電性とを併せ持つ膜または板を介して被処理体と対向配置されるものであればよく、その形状・構造・サイズを任意に選ぶことが可能である。したがって、静電チャックシート以外の構成も可能である。

【0052】また、上記第2の実施例では、第1および第2の導電膜(静電吸着用電極)36A、36Bを静電チャックシート30内の同一平面内でほぼ同一面積に配置構成したが、たとえば第1および第2の静電吸着用電極の形状ないしサイズが異なってもそれに合わせて

被処理体に対する両電極の距離（間隔）を異ならせることで、等しい静電吸着特性を得ることが可能である。

【0053】また、電流計44、44A、44Bおよび可変直流電源46、46A、46Bの回路構成ならびに制御部50の回路構成・ソフトウェアも任意に変形・変更が可能である。また、制御部50を設けずに、電流計44、44A、44Bの測定値を表示させ、作業員がその電流測定値を見ながら、マニュアル操作で可変直流電源46、46A、46Bの出力電圧を可変調整するようにしてもよい。

【0054】また、上記実施例はプラズマエッチング装置に係るものであったが、本発明はプラズマアッシング装置、プラズマCVD装置等の他のプラズマ処理装置にも適用可能であり、半導体ウエハW以外の被処理体たとえばLCD基板にも適用可能である。

【0055】

【発明の効果】本発明の自己バイアス測定方法および装置によれば、静電吸着用電極に印加する直流電圧の値を変えながら被処理体と静電吸着用電極間の漏れ電流を検出し、印加直流電圧と漏れ電流の電圧電流特性に基づいて自己バイアス電圧の測定値を求めるようにしたので、誤差の少ない高精度な自己バイアス電圧測定値を短時間で容易に得ることができる。

【0056】本発明の静電吸着装置によれば、自己バイアス電圧の測定値に基づいて被処理体と静電吸着用電極間の電圧差が所望の静電吸着力を得るための電圧差となるように、静電吸着用電極に所定の可変直流電圧を印加するようにしたので、自己バイアス電圧が変わっても静電吸着力を設定値に安定に維持することができる。

【図1】本発明の第1の実施例におけるプラズマエッチング装置の全体構成を示す断面図である。

【図2】第1の実施例における自己バイアス測定方法の作用を説明するための電気回路図である。

【図3】第1の実施例における自己バイアス測定方法で用いられる可変直流電圧と漏れ電流間の電圧電流特性を示す図である。

【図4】実施例における静電吸着装置で用いられる印加電圧－静電吸着力間の特性を示す図である。

【図5】本発明の第2の実施例におけるプラズマエッチング装置の全体構成を示す断面図である。

【図6】第2の実施例における自己バイアス測定方法の作用を説明するための電気回路図である。

【図7】第2の実施例における自己バイアス測定方法で用いられる可変直流電圧と漏れ電流間の電圧電流特性を示す図である。

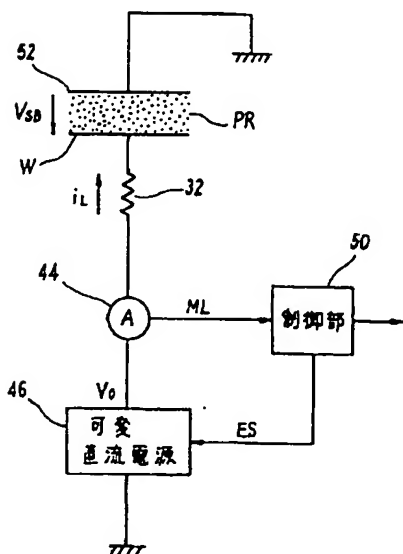
【図8】第2の実施例における第1および第2の静電吸着用電極の構成例を示す平面図である。

【符号の説明】

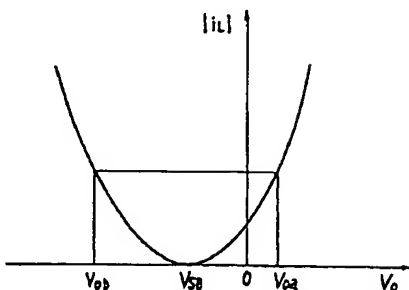
- | | |
|--------------|--------------|
| 10 | 処理容器 |
| 18 | 載置台 |
| 30 | 静電チャックシート |
| 32 | 誘電体膜（抵抗体） |
| 34 | 絶縁膜 |
| 36, 36A, 36B | 導電膜（静電吸着用電極） |
| 44, 44A, 44B | 電流計 |
| 46, 46A, 46B | 可変直流電源 |
| 50 | 制御部 |
| W | 半導体ウエハ |

【図面の簡単な説明】

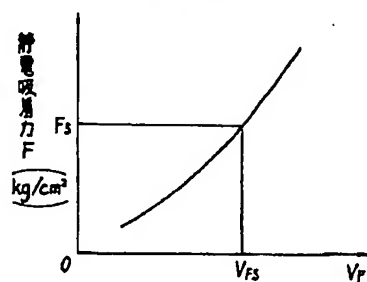
【図2】



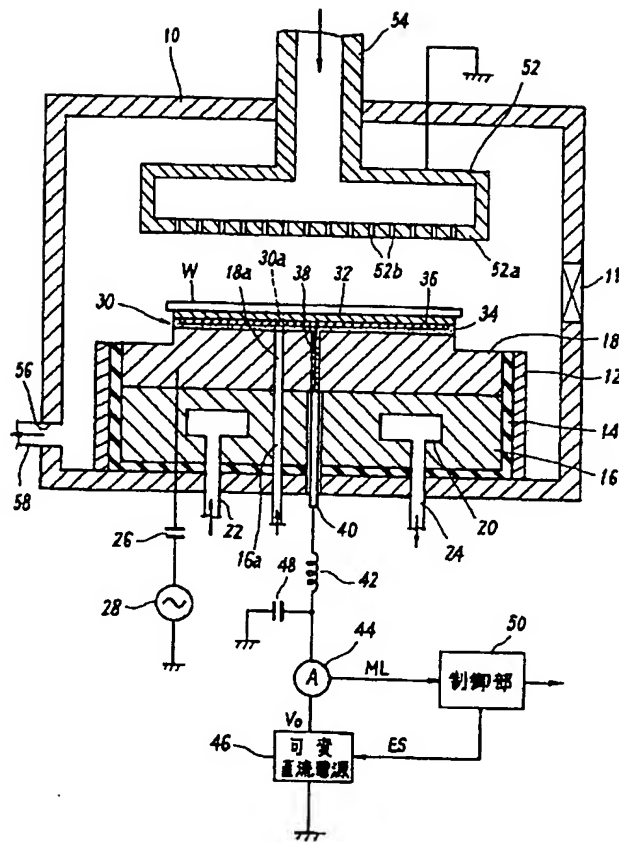
【図3】



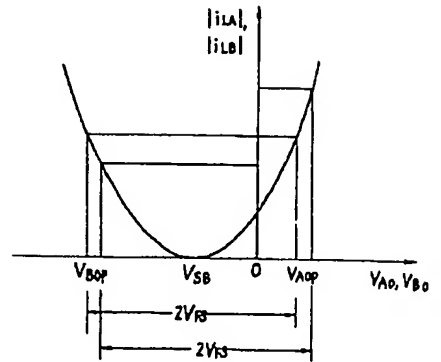
【図4】



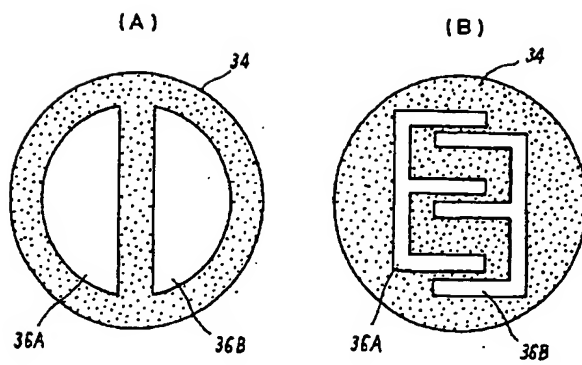
【图 1】



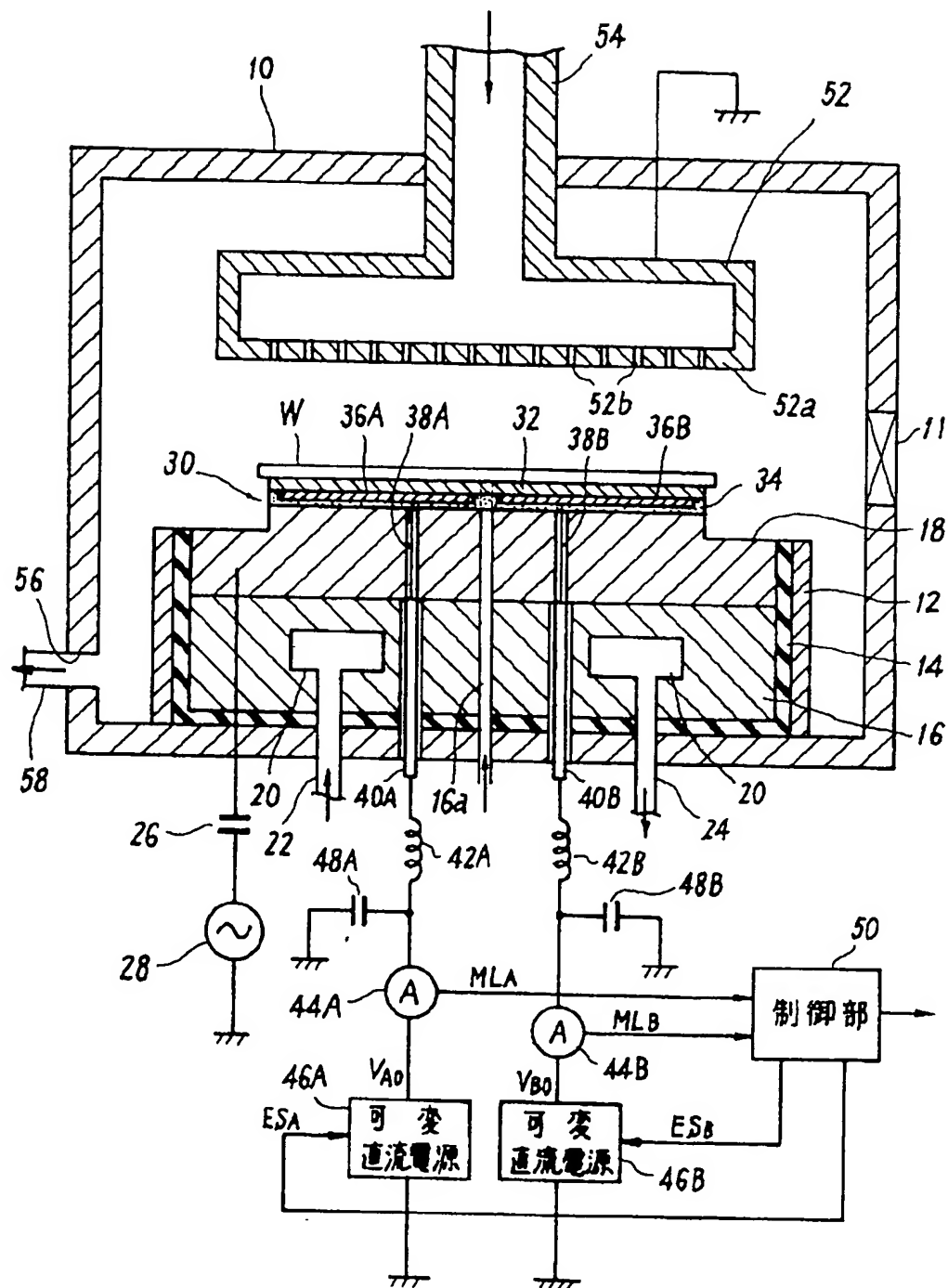
【図7】



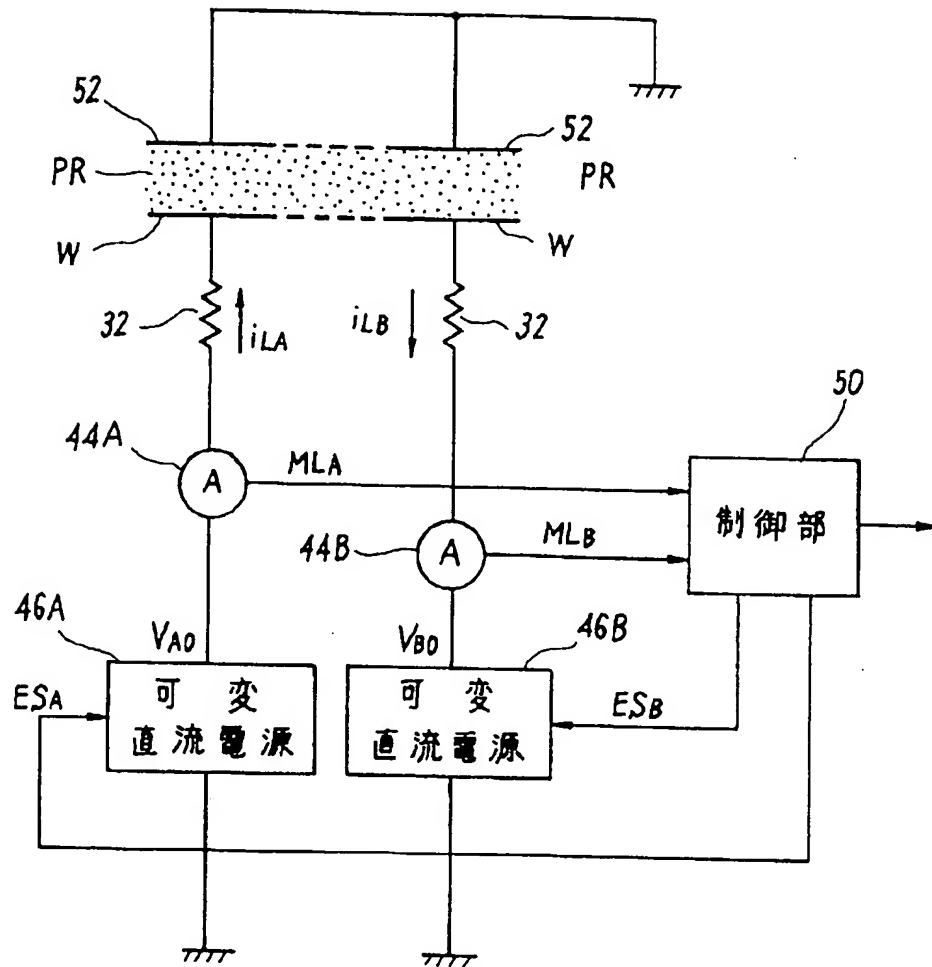
【図8】



The diagram illustrates a cross-section of a plasma processing chamber (10) with a central vertical shaft (54). The chamber has a flange (56) at the bottom left and a gas inlet/outlet (58) at the top right. Inside, there are two main horizontal plates (30 and 34) separated by a dielectric layer (32). The upper plate (30) has a central electrode (36A) and side electrodes (38A), while the lower plate (34) has a central electrode (36B) and side electrodes (38B). The chamber walls are labeled 11, 12, 14, 16, and 18. A vacuum pump (52) is connected to the top of the chamber. Below the chamber, the electrical system is shown. It includes an AC power source (26) connected to a transformer (28) and a capacitor (20). The primary winding (40A) of the transformer is connected to the upper plate (30) via a cable (42A). The secondary winding (40B) is connected to the lower plate (34) via a cable (42B). Both windings have capacitors (48A and 48B) connected to ground. The currents through the primary and secondary windings are measured by ammeters (44A and 44B) labeled MLA and MLB respectively. These measurements are fed into a control unit (50) labeled "制御部". The control unit also receives feedback signals from sensors (ESA and ESb) connected to the DC power sources (46A and 46B) which supply the electrodes.



【図6】



フロントページの続き

(58) 調査した分野 (Int. Cl. ⁷, DB名)

H01L 21/3065

C23C 16/509